

Logistik

Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

Der Trend zu Ausdehnung der Agrarlogistik in Deutschland hat sich verstärkt. Durch das Abflauen des Biogasbooms sind zwar nicht mehr solche Sprünge zu erwarten, aber viele Entwicklungen, die dadurch angestoßen wurden, verbreiten sich nun auch in anderen Sektoren. Die Diskussion bezüglich Traktor oder LKW als optimales landwirtschaftliches Transportfahrzeug und die Entwicklung neuer Transportketten geht weiter. Die Transportkapazitäten werden z.B. durch Leichtbau optimiert und Transportketten restrukturiert. Im Bereich der Informationstechnologie sind nun auch leistungsfähige Simulations- und Regelungstools für die Agrarlogistik auf dem Markt. Die Automatisierung von Logistikprozessen wie z.B. die gemeinsame Steuerung von Überladewagen und Mähdrescher ist ebenfalls zu beobachten.

Schlüsselwörter

LKW, Umschlagsysteme, Datenlogistik

Logistic

Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technical University of Munich

Abstract

In the last years the amount of transported goods and the transport distances in the agricultural sector are also rising. The biogas boom stopped but many developments have been initiated in other sectors. The discussion about tractor or truck as optimal agricultural transport units and the development of new logistic chains continues. The transport capacities are optimized by lightweight construction. In the market are now powerful simulation and control tools for agricultural logistics. The automation of logistics processes can also be observed.

Keywords

Truck, reload systems, data logistic

Entwicklung der Rahmenbedingungen

Nach dem Abebben des Biogasbooms durch die Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetz 2014 ist in diesem Bereich eine Konsolidierung zu beobachten. [1] Die entsprechenden Transportketten werden nicht weiter ausgebaut sondern nun optimiert und besonders ökonomische Einsparungspotentiale gezielt genutzt. Im Bereich der Getreidelogistik ist ein Trend zu immer größeren Erntemaschinen zu beobachten, der auch entsprechende Auswirkungen auf die anschließende Logistikkette hat. Hierbei wird sowohl an der Vergrößerung der Transportkapazitäten, besonders der Überladewagen [2; 3], als auch an der Automatisierung des Überladeprozesse gearbeitet. Im Bereich der Zuckerrübenenernte zeigen sich aktuell die Auswirkungen der Marktreform in diesem Bereich. [4] Von einzelnen Zuckerfabriken ist eine Ausdehnung der Kampagne bis in den Februar geplant, um die Fabriken besser ausnutzen zu können und auch die Schließung einzelner Fabriken. Die führt in der Rübenlogistik zu längeren Einsatzzeiten und einem Anstieg der Transportentfernungen. Gleichzeitig steigt die Arbeitsbreite der Zuckerrüben Roder auf 9 und 12 reihen [5; 6] was auch entsprechende Anpassungen bei der Feldlogistik notwendig macht. In der Güllelogistik sind ebenfalls die Auswirkungen der gesetzlichen Reduzierung der Ausbringungszeiten zu beobachten. [7] Hier müssen die Logistikketten noch schlagkräftiger werden.

Transportfahrzeuge

Zugmaschine

Die Diskussion nach dem optimalen Transportfahrzeug in der Landwirtschaft zwischen Traktor und LKW ist weiter zu beobachten. Es ist zu erkennen, dass sich beide Bereiche dabei immer mehr annähern. Aktuelle Entwicklungen im Agrar-LKW Bereich sind inzwischen neben angepasster Bereifung und Reifendruckregelungsanlage auch mit leistungsfähiger Hydraulik, Zapfwelle und ISO-Bus Anschluss verfügbar. [8] Diese Entwicklung ist teilweise auch im Bereich der Traktoren zu beobachten. Untersuchungen zeigen, dass beim Einsatz von MPT Reifen beim Traktor in typischen Transportsituationen bei gleichen Transportgeschwindigkeiten der Kraftstoffverbrauch um durchschnittlich 11,4 % gesenkt werden konnte. Die in der Untersuchung auch analysierte Erhöhung der Endgeschwindigkeit bei Standard und MPT Reifenprofil von 50 auf 60 km/h resultiert in einer Zeitersparnis von durchschnittlich 8,5 %, bedingt jedoch einen um durchschnittlich 5,5 % höheren Kraftstoffverbrauch [9].

Ein weiterer Aspekt der Auswahl der Zugmaschinen ist auch die verfügbare Feldwegsgeometrie. Hierbei sind besonders die Kurvenradien nicht mehr ausreichend für einige moderne Logistiklösungen. Entsprechende Simulationsmodelle sollen hier in die neuen Feldwegsnormen mit einfließen [10].

Anhänger

Die grundlegenden Entwicklungsziele landwirtschaftliche Transportfahrzeuge lassen sich als maximale Nutzlast und -volumen, bei Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen definieren. Ein grundlegendes Problem ist dabei die ausreichende Stabilität der Fahrzeuge im

landwirtschaftlichen Einsatz und der sich dadurch reduzierenden Nutzlast. Eine neue Entwicklung ist hierbei der Güllezubringer Tankwagen von Zunhammer (**Bild 1**) der ohne Tragrahmenkonstruktion auskommt und die beiden Achsen des Fahrzeugs alleine über den glasfaserverstärkten Tank (GFK) miteinander verbunden sind. Dadurch ist eine Nutzlast von 14,5 t bei einem Eigengewicht von 3,5 t in den gesetzlichen Rahmenbedingungen möglich [11].



Bild 1: Zunhammer Ultra Light Tankwagen ULT-18 [11]

Figure 1: Zunhammer Ultra Light transport trailer ULT-18 [11]

Auch die neuen Deichselanhänger der Firmen Krampe und Kröger stellen eine für den Transport optimierte Variante da. Das Fahrzeug ähnelt in seiner Grundkonstruktion einem Vorderwagen mit Sattelaufleger. In diesem Fall ist aber der Vorderwagen fest mit dem Sattelaufleger verbaut und stellt auch rechtlich ein Fahrzeug da. Dadurch ist es möglich die Gewichtsgrenze von Drehkranz Gelenkten Anhängern zu überschreiten, da zusätzlich eine Stützlast auf den Traktor übertragen werden kann. Für Zweichsanhänger sind damit statt 18 t zGW 24 t zGW und beim Dreichsanhänger statt 24 t zGW 34 t zGW bei 40 km/h erlaubt. Die weiteren Vorteile sind eine Gewichtseinsparung durch das Fehlen eines Kupplungselements zwischen Vorderwagen und Sattelaufleger, bei gleichzeitig Kraftübertragung auf das Zugfahrzeug und guter Rangierbarkeit [12; 13].

Auch bei den Silagewagen ist z.B. durch schräg nach vorne geneigte Vorderwände eine Optimierung des Transportvolumens in den gegebenen gesetzlichen Rahmenbedingungen zu beobachten [14; 15].

Umschlagtechnik

Moderne Erntesysteme sind immer mehr auf mobile Umschlagtechnik im Feld angewiesen um ihr Leistungspotential auszuschöpfen. Bei Überladewagen in der Getreideernte ist ein

stetiger Leistungsanstieg zu beobachten [2]. Auch bei der Zuckerrübenenernte entsteht durch die Nutzung von 9 und 12 reihigen Erntevorsätzen die Notwendigkeit im Feld zu überladen, da die Bunkerkapazitäten nicht mehr für einen Transport bis zum Feldrand ausreichen. Da somit eine zweite Arbeitskraft neben dem Roderfahrer erforderlich ist, muss eine entsprechende Leistungssteigerung gegeben sein, was auch wieder den Sprung zu 12 reihiger Roder-technik erläutert. Da durch das Überladesystem nicht die in den letzten Jahren errungenen Erfolge im Bodenschutz bei der Zuckerrübenenernte zunichte gemacht werden sollen, ist für das Überladefahrzeug das gleiche Bodenschutzkonzept wie für den Roder notwendig. Die Firma Holmer bietet deshalb ein selbstfahrendes Überladefahrzeug (**Bild 2**) für Zuckerrüben, Getreide und Häckselmais mit großvolumiger Bereifung und spurversetztem Fahren an, das in Bezug auf den Bodenschutz die gleichen Eigenschaften wie der Roder aufweist [5].



Bild 2: Holmer 12 reihiger Zuckerrübenroder mit Überladefahrzeug [5]

Figure 2: Holmer 12 row sugar beet harvester with field logistic [5]

Auch im Pflanzenschutzbereich zeichnet sich ein Trend zur Zufuhrlogistik ab. Nachdem die Möglichkeiten von größerem Behältervolumen und reduzierter Wasseraufwandmenge ausgeschöpft sind, werden nun Zubringersysteme entwickelt. Diese reichen vom alleinigen Transport von Wasser bis zum Vormischen des Pflanzenschutzmittels. Dabei wird die benötigte Menge von der Pflanzenschutzspritze mitgeteilt, die gesamte Spritzbrühe vorbereitet und über leistungsstarke Pumpen in das Ausbringfahrzeug umgefüllt [16].

Im Bereich Bodenschutz bei der Silomaisernte wurde von Annaburger ein separates Raupenlaufwerk vorgestellt. (**Bild 3**) Dabei wird der Transportanhänger am Feldrand auf das Raupenlaufwerk gefahren und mit diesem dann über das Feld gezogen. Somit ist es möglich Radfahrzeuge im Feld mit bodenschonenderem Raupenfahrwerk zu bewegen [17].



Bild 3: Annaburger Raupenlaufwer UniCrawler [17]

Figure 3: Annaburger Crawler carriage UniCrawler [17]

Informationstechnologie in der Agrarlogistik

Simulationsprozesse spielen in der Agrarlogistik eine immer bedeutendere Rolle. [18; 19] Besonders im Bereich Bioenergielogistik wurden in den letzten Jahren verschiedenste Modelle zur Schwachstellenanalyse [20; 21], Kraftstoffverbrauch [22; 23; 24] Fahrzeugplanung [25; 26] und Routenoptimierung [27] eingesetzt. Ein besonderes Problem für die Simulation im Agrarbereich ist dabei, dass sich die Systeme bei der Produktion bewegen und damit das Konstrukt der festen Punkte und dazwischenliegenden Kanten wie es sonst für Simulationsmodelle genutzt wird auflöst. Die Simulation ist deshalb aus einem sich bewegenden Prozess zu generieren [22].

Es werden dabei verschiedene Möglichkeiten genutzt um die Daten für die Erstellung der Simulationsmodelle zu generieren, z.B. können die Daten des CAN-Bus ausgelesen werden und daraus in einer Big-Data-Analyse die Ausgangswerte für die Modelle entwickelt werden [28] oder über die Positionsdaten die einzelnen Prozesszustände zugewiesen werden [29; 30].

Um die in der Simulation gewonnen Daten der Logistikkette zur Verfügung stellen zu können ist ein Datenaustausch zwischen den einzelnen Fahrzeugen notwendig. [31] Dies kann z.B. über ein auf der Fläche erstelltes Ad-hoc-Netzwerk zum Austausch von GNSS und Sensor Daten erfolgen. [32] Damit können Übertragungsprobleme an einen zentralen Internetserver durch Funkwellenabschattung vermieden werden.

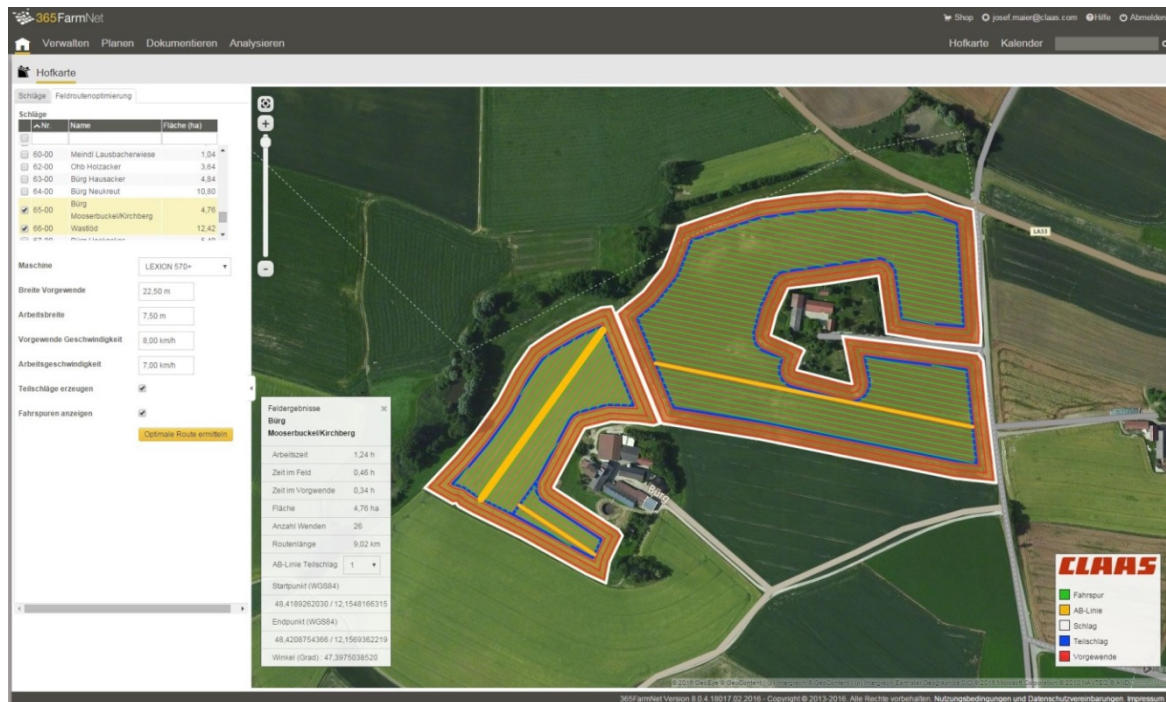


Bild 4: Claas Feldroutenoptimierung [33]

Figure 4: Claas field navigation [33]

Nach der Routenplanung zum Schlag rückt der Bereich der Logistik immer mehr in den Vordergrund. Hierbei liegt der Fokus zuerst auf der Reduzierung von Wartezeiten, unnötiger Fahrten und Wendevorgängen [34; 35; 36]. Am Beispiel der Kartoffelproduktion werden durch entsprechende Simulationsmodelle Effizienzsteigerungen in der Flächenbearbeitung von bis zu 4,8 % aufgezeigt. [37] Ein besonderer Aspekt sind in der Infield-Logistik die automatisierten Wendevorgänge [38].

Ein Beispiel für einen ersten Ansatz der kommerziellen Umsetzung der Infield-Logistik in die Praxis ist das System Feldroutenoptimierung von Claas. (**Bild 4**) Hierbei kann die optimale Bearbeitungsroute für die Geometrie jedes Feldes errechnet werden. Als Ergebnis werden dem Nutzer eine Aufteilung des Feldes und Fahrspuren ausgegeben, die es ihm ermöglichen, das Feld zeit- und streckenoptimiert zu bearbeiten [33].

Bei der Analyse von Praxisdaten zeigt sich aber häufig, dass bei Betriebsleitern nicht die längste Fahrstrecke und die Reduzierung der Wendevorgänge alleine ausschlaggebend für das Befahrungsmuster sind [39].

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass der landwirtschaftliche Logistiksektor einer kontinuierlichen Weiterentwicklung unterworfen ist. Die Transportsysteme Traktor und LKW gleichen sich immer häufiger an. Eine besondere Bedeutung bekommen in Zukunft Umschlagssysteme, um die Effizienz der Logistikketten weiter zu steigern. Die Informationstechnologie findet mit Simulationsmodellen zur Routenplanung und ersten Ansätzen zur Infield-Logistik immer mehr Verbreitung in der Praxis.

Literatur

- [1] Fachverband Biogas: Ende des Biogasbooms. URL <http://www.biogas.org> - Aktualisierungsdatum: 1.2.2016.
- [2] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Bergmann. URL <http://www.bergmann-goldenstedt.de> - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [3] -, -: Internetauftritt des Unternehmens HAWE-Wester. URL <http://www.hawe-wester.de> - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [4] Gebhardt, H. und Kirchberger, T.: Rübenanbau und Zuckererzeugung ab 2017. URL http://bisz.suedzucker.de/Downloads/Kuratoriumstagungen/Kuratoriumstagung_2016/Gebhard__Hans-Joerg_Kirchberg_Thomas.pdf - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [5] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Holmer. URL <http://www.holmer-maschinenbau.de> - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [6] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Ropa. URL <https://www.ropa-maschinenbau.de/> - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [7] Kowalewsky, H. H.: Wirtschaftsdünger - überregional verwerten. URL http://www.hez.wzw.tum.de/fileadmin/Agrarwissenschaftliches_Symposium/Praesentationen_2014/Kowalewsky_Wirtschaftsduenger_ueberregional_verwerten.pdf - Aktualisierungsdatum: 15.2.2016.
- [8] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Bruhns. URL <http://www.bruhns-karstaedt.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [9] Mederle, M. et al.: Optimierungspotenzial eines Standardtraktors im Straßentransport. Landtechnik (2015) 5, 194–202, doi:<http://dx.doi.org/10.1515/lt.2015.2675>.
- [10] Hürter, S.; Götz, S. und Bernhardt, H.: Vergleich von simulierten und reellen Schleppkurven von Landmaschinen. Landtechnik (2014) 1, 25–29.
- [11] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Zunhammer. URL <http://www.zunhammer.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [12] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Krampe. URL <http://www.krampe.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [13] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Kröger. URL <http://www.kroeger-nutzfahrzeuge.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [14] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Krone. URL <http://landmaschinen.krone.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [15] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Lely. URL <http://www.lely.com> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [16] Kiefer, S.: Zufuhrlogistik auf dem Betrieb. In: Landtechnik für Profis 2016, Frankfurt: DLG-Verlag, 2016.
- [17] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Annaburger. URL <http://www.annaburger.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.

- [18] Folinas, D.; Aidonis, D.; Manikas, I.; Bochtis, D.: Logistics Processes Prioritization in the Agrifood Sector. *International Journal of Agricultural Management* (2015) 4, p. 72-83.
- [19] Pauli, S.: Automatische Dokumentation von Warenströmen bei Transportprozessen von landwirtschaftlichen Gütern. Dissertation, Technische Universität München: 2015.
- [20] Pavlou, D.; Orfanou, A.; Busato, P.; Berruto, R.; Sørensen, C. and Bochtis, D.: Functional modeling for green biomass supply chains. *Computers and Electronics in Agriculture* (2016) 122, 29–40.
- [21] Savoie, P.; Luc Hébert, P.; Robert, F.: Logistics and Economics of Harvesting Short-Rotation Woody Crops at Various Rates. *VDI-MEG LandTechnik 2013 Hannover November 2013*, 345-350, Düsseldorf: VDI-Verlag 2013.
- [22] Bernhardt, H.: Simulation of Agricultural Logistic Processes with k-Nearest Neighbors Algorithm, *CIGR E-Journal* (2015), 241-246.
- [23] Jokiniemi, T.; Suokannas, A. and Ahokas, J.: Energy consumption in agriculture transportation operations, *Engineering in Agriculture, Environment and Food* (2015) in press.
- [24] Fillingham, R.; Blackmore, S.; Clare, D.; White, D.; Korte, H. and Kettelhoit, B.: Development of a model to optimise the energy requirement of a grain harvest. *VDI-MEG LandTechnik 2015 Hannover November 2015*, 161-168, Düsseldorf: VDI-Verlag 2015.
- [25] Sosa, A.; Acuna, M.; McDonnell, K. and Devlin, G.: Controlling moisture content and truck configurations to model and optimise biomass supply chain logistics in Ireland, *Applied Energy* (2015) 137, p.338-351.
- [26] Kluge, A.: CLAAS. Fleet View Mobile application for coordinating the transport logistics in the grain harvest. *VDI-MEG LandTechnik 2015 Hannover November 2015*, 355-358, Düsseldorf: VDI-Verlag 2015.
- [27] Lamsal, K.; Jones, P. and Thomas, B.: Harvest logistics in agricultural systems with multiple, independent producers and no on-farm storage. *Computers & Industrial Engineering* (2016) 91, p.129-138.
- [28] Steckel, T.; Bernardi, A.; Gu, Y.; Windmann, S.; Maier, A. und Niggemann, O.: Anomaly Detection and Performance Evaluation of Mobile Agricultural Machines by Analysis of Big Data. *VDI-MEG LandTechnik 2015 Hannover November 2015*, 349-354, Düsseldorf: VDI-Verlag 2015.
- [29] Heizinger, V. und Bernhardt, H.: Algorithmische Datenanalyse landwirtschaftlicher Prozessketten. *VDI-MEG LandTechnik 2014 Berlin November 2014*, 295-300, Düsseldorf: VDI-Verlag 2014.
- [30] Heizinger, V.: Algorithmische Analyse von Prozessketten in der Agrarlogistik. Dissertation, Technische Universität München, 2014.
- [31] Nordemann, F.; Tönjes, R. und Pulvermüller, E.: Robust Communication for Agricultural Process Management in Rural Areas How dynamic Combination and Configuration of

- Communication Technologies enables robust Data Transfers in Rural Areas. VDI-MEG LandTechnik 2015 Hannover November 2015, 95-100 Düsseldorf: VDI-Verlag 2015.
- [32] Schattenberg, J.; Harms, H.; Lang, T.; Becker, M.; Batzdorfer, S.; Bestmann, U. und Hecker, P.: Datenaustausch in mobilen Maschinenverbänden zur echtzeitfähigen Positionierung. Landtechnik (2013) 5, S.359-364.
- [33] -, -: Internetauftritt des Unternehmens Claas. URL <http://www.claas.de> - Aktualisierungsdatum: 14.1.2016.
- [34] Jensen, M.; Nørremark, M.; Busato, P.; Sørensen, C. and Bochtis, D.: Coverage planning for capacitated field operations. Part I: Task decomposition, Biosystems Engineering (2015) 139, p.136–148.
- [35] Jensen, M.; Bochtis, D. and Sørensen, C.: Coverage planning for capacitated field operations. Part II: Optimisation. Biosystems Engineering (2015) 139, p.149-164.
- [36] Shearer, S.; Wolters, D.; Root, P.; Klopfenstein, A. and Schroeder, B.: Modeling of Grain Harvest Logistics for Modern In-Field Equipment Complements. VDI-MEG LandTechnik 2015 Hannover November 2015, S.379-386, Düsseldorf: VDI-Verlag 2015.
- [37] Zhou, K.; Leck Jensen, A.; Bochtis, D. and Sørensen, C.: Simulation model for the sequential in-field machinery operations in a potato production system. Computers and Electronics in Agriculture (2015) 116, p.173–186.
- [38] Sabelhaus, D.; Schulze Lammers, P.; Meyer zu Helligen, L. und Röben, F.: Pfadplanung von landwirtschaftlichen Fahrmanövern. Landtechnik (2015) 4, S.123-131.
- [39] Mederle, M.; Heizinger, V. und Bernhardt, H.: Analyse von Einflussfaktoren auf Befahrungsstrategien im Feld. 35. GIL-Jahrestagung 2013, S.113-116, Geisenheim: GIL 2015.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2015. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2016. S. 1-9.

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055105>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/231.html>
